

# BREVET D'INVENTION

P. V. n° 799.420

Classification internationale :

N. 1.238.795

H 02.1



## Perfectionnements apportés aux transformateurs électriques.

Société dite : SOCIÉTÉ INDUSTRIELLE DE FOURNITURES POUR L'ÉLECTROLYSE (SIFE) et M. Yves SECARDIN résidant en France (Seine).

Demandé le 6 juillet 1959, à 16<sup>h</sup> 1<sup>m</sup>, à Paris.

Délivré le 11 juillet 1960.

(Brevet d'invention dont la délivrance a été ajournée en exécution de l'article 11, § 7, de la loi du 5 juillet 1844 modifiée par la loi du 7 avril 1902.)

L'invention est relative aux transformateurs électriques, c'est-à-dire aux appareils destinés à transformer statiquement par induction un courant alternatif d'intensité et tension données en un autre courant alternatif d'intensité et de tension généralement différentes des premières et elle concerne plus spécialement, parmi ces transformateurs, ceux du type réglable, c'est-à-dire propres à délivrer au secondaire un courant de caractéristiques réglables à partir d'une alimentation primaire de caractéristiques constantes ou non.

Elle a pour but, surtout, de rendre ces transformateurs tels qu'ils répondent mieux que jusqu'à ce jour aux divers *desiderata* de la pratique, notamment en ce qu'ils permettent d'assurer d'une façon plus simple et plus souple le réglage de leur courant de sortie.

Elle consiste, principalement — et en même temps qu'à faire comporter aux transformateurs du genre en question au moins un enroulement primaire et un enroulement secondaire bobinés autour d'une même portion de noyau magnétique — à leur faire comporter, en outre, au moins une masse en matière magnétique ou magnétisable agencée de façon à pouvoir être logée entre les deux dits enroulements, et des moyens pour régler la position de ladite masse entre ces enroulements, notamment la position d'enfoncement de cette masse parallèlement à l'axe du noyau, l'ensemble étant de préférence agencé de façon telle que, d'une part, ladite masse soit en permanence substantiellement reliée au point de vue magnétique audit noyau et que, d'autre part, au cours de la phase de son déplacement relatif correspondant à la fin de son enfoncement entre les deux enroulements, l'extrémité la plus enfoncée de ladite masse commence par entrer en contact latéral avec une pièce magnétique ou magnétisable reliée magnétiquement au noyau, puis coulisse jointivement le

long de cette pièce.

Elle comprend, mise à part cette disposition principale, certaines autres dispositions qui s'utilisent de préférence en même temps (mais qui pourraient, le cas échéant, être utilisées isolément) et dont il sera plus explicitement parlé ci-après.

Elle vise plus particulièrement un certain mode d'application (celui pour lequel on l'applique aux transformateurs d'alimentation des électrodes utilisées en électrolyse), ainsi que certaines modes de réalisation, desdites dispositions; et elle vise plus particulièrement encore, et ce à titre de produits industriels nouveaux, les transformateurs du genre en question comportant application de ces mêmes dispositions, ainsi que les éléments spéciaux (notamment les masses magnétiques), propres à leur établissement et que les ensembles, notamment les installations d'électrolyse, équipés de semblables transformateurs.

Et elle pourra, de toute façon, être bien comprise à l'aide du complément de description qui suit, ainsi que des dessins ci-annexés, lesquels complément et dessins ne sont, bien entendu, donnés surtout qu'à titre d'indication.

La fig. 1 de ces dessins, montre en vue perspective schématique un transformateur triphasé réglable établi conformément à l'invention.

Les fig. 2 et 3 montrent le même transformateur, respectivement en coupe verticale partielle selon II-II fig. 3 et en coupe horizontale partielle selon III-III fig. 2.

La fig. 4 montre schématiquement un détail de ce transformateur.

Et les fig. 5 et 6, enfin, sont respectivement deux schémas électriques de systèmes propres à assurer conformément à l'invention le réglage de la sortie d'un transformateur réglable.

Selon l'invention et plus spécialement selon celui de ses modes d'application, ainsi que selon ceux

des modes de réalisation de ses diverses parties, auxquels il semble qu'il y ait lieu d'accorder la préférence, disposant, dans un premier exemple, d'un transformateur dont les enroulements primaires 1 sont alimentés par une source de courant alternatif 3 d'intensité et de tension données, pouvant être réglables, et se proposant de faire débiter par le secondaire 2 de ce transformateur un courant alternatif d'intensité et/ou de tension réglables à volonté, on s'y prend comme suit ou de façon analogue.

Il convient de rappeler préalablement que, dans certaines techniques, il est nécessaire d'obtenir une puissance électrique réglable aux bornes du secondaire d'un transformateur.

C'est le cas, par exemple, des électrolyses à conduire sous intensité constante : on sait que l'oxydation anodique produite lors de ces traitements s'accompagne d'une augmentation de la résistance opposée au passage du courant dans l'anode, donc d'une réduction de l'intensité du courant de travail; pour maintenir cette intensité à une valeur constante, il est donc nécessaire de régler la sortie du transformateur.

On y parvient en général en utilisant un auto-transformateur monté en série avec le transformateur, solution lourde, peu souple, coûteuse et encombrante.

Pour pallier ces inconvénients, conformément à l'invention, on réserve un espace entre chaque enroulement primaire 1 et l'enroulement secondaire 2 qui l'entoure, et l'on introduit plus ou moins profondément dans cet espace au moins une masse magnétique feuilletée propre à disperser une portion plus ou moins importante du flux magnétique dans ledit espace.

En d'autres termes, on règle le rendement du transformateur en agissant sur l'importance du flux perdu dans l'intervalle séparant chaque enroulement primaire de l'enroulement secondaire qui lui est associé.

Dans ce qui suit, l'on suppose, à titre bien entendu non limitatif, que le transformateur en question est triphasé et comprend une carcasse magnétique composée de trois noyaux 4 entourés chacun par un enroulement primaire 1 et magnétiquement reliés entre eux par deux culasses 5<sub>1</sub> et 5<sub>2</sub>, ces noyaux et culasses étant constitués par des tôles magnétiques feuilletées.

Les trois enroulements secondaires 2 sont disposés chacun autour d'un enroulement primaire 1, à une petite distance de celui-ci et sont maintenus en place par des traverses 6 en matière isolante solidaire de la carcasse et munies de butées d'écartement 7.

Des shunts 8 en tôle magnétique feuilletée peu-

vent être introduits longitudinalement entre chaque enroulement primaire 1 et l'enroulement secondaire 2 qui l'entoure, de préférence très près de ces enroulements, par exemple à 1/10 de mm de ceux-ci.

Ces shunts, qui ont, dans le mode de réalisation illustré, la forme de tuiles ou coquilles semi-cylindriques (deux par noyau), coulisssent conjointement en permanence contre l'une des culasses 5<sub>1</sub> : ils dérivent ainsi entre les deux enroulements qu'ils séparent partiellement une portion du flux magnétique induit dans ladite carcasse.

Cette portion est d'autant plus importante que les extrémités des shunts opposées à ladite culasse 5<sub>1</sub> sont plus rapprochées de l'autre culasse 5<sub>2</sub>.

On agence l'ensemble de façon telle que le contact entre chacune desdites extrémités et ladite autre culasse 5<sub>2</sub>, contact qui intervient à la fin de l'enfoncement du shunt correspondant, ne soit pas établi trop brutalement, mais au contraire, très progressivement, la section de contact étant réduite à une ligne au début, puis à une zone étroite s'élargissant de plus en plus au fur et à mesure de la progression dudit shunt.

A cet effet, ledit contact est assuré latéralement ainsi que bien visible sur les fig. 1 et 4, la surface de contact entre le shunt et la culasse en question étant d'abord limitée à un contact d'arêtes vives et croissant ensuite au fur et à mesure du coulisserment jointif du premier le long de la deuxième. Ce coulisserment est avantageusement guidé par des épaulements 9 par exemple matérialisés par des plaques de tôle appropriées formant saillie sur la culasse 5<sub>2</sub>.

Au cours de l'enfoncement des shunts, la portion de flux utile dérivée par ceux-ci (portion ne pouvant influer sur les enroulements secondaires) est d'abord négligeable, puis augmente lorsque les extrémités des shunts se rapprochent de la culasse 5<sub>2</sub> et devient de plus en plus importante à partir de l'amorçage du contact, c'est-à-dire de l'instant où ces extrémités affleurent la surface de ladite culasse : si le volume des shunts associés à un noyau est de l'ordre de celui du noyau, ladite portion perdue est de l'ordre de la moitié du flux utile et la tension secondaire, de l'ordre de la moitié de la tension nominale (à vide) lorsque les shunts sont complètement enfoncés.

Bien entendu, les shunts 8 pourraient affecter toute forme autre que celle illustrée, par exemple celle de gouttières en U ou en V, de barrettes parallélépipédiques, prismatiques, etc., pourvu qu'ils soient propres à dériver entre chaque primaire et le secondaire qui l'entoure une portion du flux utile, au moins pour certaines des positions qu'ils peuvent occuper.

Le dessin de la culasse peut être modifié en fonction de la forme de ces shunts et présenter par exemple des portées spéciales en saillie ou en retrait contre lesquelles peuvent coulisser jointivement les shunts.

Sur les fig. 1 à 3, on a supposé que tous les shunts étaient fixés sur des traverses isolantes communes 10 elles-mêmes solidaires d'un écrou 11 immobilisé en rotation et propre à être déplacé en direction axiale par rotation d'une tige filetée 12 solidaire de la carcasse en translation axiale, ladite rotation étant assurée par un moteur 13 ou par tout autre moyen.

Le réglage du transformateur est effectué à vide.

En charge, les shunts remplissent le même rôle qu'à vide, mais leur action est très nettement renforcée par l'induction secondaire qui s'y développe.

Dans un mode de réalisation ayant donné toute satisfaction, chaque primaire, alimenté par un courant alternatif de 220 volts-28 ampères était constitué par 220 tours de fil en cuivre de 25/10, chaque secondaire, par 10 tours de fil en cuivre composé par deux bandes de 5 x 12 mm accolées et isolées l'une de l'autre par du papier, les noyaux, par des masses magnétiques feuilletées de 60 x 80 x 160 mm, et les shunts, par deux coquilles épaisses de moins de 1 cm formées par des feuilles de tôle magnétique cambrées collées les unes contre les autres, puis serrées par boulonnage; le courant recueilli au secondaire avait, après redressement, une intensité de 500 ampères sous une tension de 8 volts.

Pour éviter la formation d'une spire en court-circuit au point de vue électrique, on a prévu des coupures 14 (fig. 3) dans les tôles constitutives des coquilles, coupures décalées les unes par rapport aux autres pour permettre une transmission optimum du flux magnétique.

Il est avantageux d'asservir l'enfoncement des shunts 8 aux variations du paramètre que l'on désire régler, ledit paramètre pouvant être électrique : tension, intensité, etc., ou de toute autre nature : température..., pouvant se ramener à un tel paramètre électrique.

A cet effet, l'on peut utiliser tout système de régulation ou d'asservissement désirable, mais il apparaît particulièrement intéressant d'utiliser celui illustré par la fig. 5, qui a été établi conformément à l'invention et qui met en œuvre l'équilibrage de deux tensions redressées en opposition.

L'une de ces tensions U, développée aux bornes 23, 24, d'une résistance 15, est obtenue en redressant en 16 la tension à régler développée aux bornes du secondaire 2 du transformateur, et l'autre tension V est prise entre l'une 17 des bornes fixes 17, 18 et le curseur mobile 19 d'un potentiomètre 20 entre les deux bornes fixes duquel est appliquée,

après redressement en 21, une tension stabilisée fournie en 22.

Le système de régulation est agencé de façon à faire tourner le moteur 13 (qui commande les déplacements des shunts 8) dans un sens ou dans l'autre suivant que la tension U est supérieure ou inférieure à la tension V, le sens de la rotation du moteur étant tel que la tension U tende constamment à s'égaliser à la tension V.

Ce système comprend essentiellement deux thyratrons 25 et 26 dont les grilles, polarisées au voisinage de l'amorçage par des ensembles 27 et 28 (et 44, comme expliqué ci-après) sont soumises à des différences de potentiel supplémentaires proportionnelles, respectivement, à U-V pour l'une et à V-U pour l'autre.

Ces différences de potentiel sont recueillies par exemple aux bornes de deux résistances égales 29 et 30 de valeurs réglables montées en série entre le curseur mobile 19 du potentiomètre 20 et l'une des bornes 23 de la résistance 15, l'autre borne 24 de cette résistance 15 étant directement connectée à la borne 17 du potentiomètre 20, et la connexion entre les deux résistances 29 et 30 étant mise à la masse.

La conduction de chacun des thyratrons 25 et 26 (laquelle est amorcée dès que son potentiel grille dépasse un certain seuil) assure l'alimentation de deux relais-interrupteurs en cascade (31 et 32 pour le thyatron 25, 33 et 34 pour le thyatron 26), dont la fermeture permet d'exciter le moteur 13 : en fin de compte, la conduction du thyatron 25 se traduit par l'entraînement du moteur 13 dans un sens et la conduction du thyatron 26, par l'entraînement de ce moteur dans l'autre sens.

Le fonctionnement du système est en définitive le suivant :

On se donne la valeur de la tension V en positionnant à l'endroit désiré le curseur 19 sur le potentiomètre 20.

Si la tension aux bornes du secondaire 2 est trop élevée, c'est-à-dire si la valeur de U est supérieure à celle de V, un courant proportionnel à U-V circule dans la résistance 29 en direction de la résistance 30 : une tension proportionnelle à U-V est donc développée aux bornes de cette résistance 29 et appliquée sur la grille du thyatron 25. Le seuil d'amorçage de ce thyatron est alors dépassé et celui-ci conduit, ce qui excite le relais 31 et, par suite, le relais 32 et le moteur 13; ce dernier tourne dans un sens tel que les shunts 8 s'enfoncent, ce qui diminue la tension recueillie au secondaire 2 jusqu'à annulation de la différence U-V.

Le raisonnement est analogue si la valeur de U est inférieure à celle de V.

On voit, de plus, sur la figure 5 :

Un transformateur d'isolement 35 interposé entre le secondaire 2 et le système de redressement 16;

Des résistances de fuite 36 et 37 branchées sur les grilles des thyatron;

Des circuits d'alimentation alternative 38 et 39 branchés sur les anodes de ces thyatron;

Un système 40 pour redresser le courant de sortie du secondaire 2;

Des électrodes 41 et 42 alimentées par le courant ainsi redressé et plongeant dans un bac à électrolyse 43;

Et un circuit 44, générateur de dents de scies de même fréquence que la susdite alimentation anodique, branché sur la grille de l'un seulement des thyatron, par exemple sur celle du thyatron 25.

La présence de ce dernier circuit permet d'obtenir une stabilité d'amorçage des deux thyatron en évitant tout battement.

Dans un deuxième exemple de réalisation illustré partiellement sur la fig. 6, le paramètre d'asservissement est le courant primaire.

Le schéma du système d'asservissement est identique au précédent à la seule différence près suivante.

Les bornes 45 et 46, au lieu d'être celles du secondaire 2 (ou du secondaire d'un transformateur d'isolement tel que 35), sont celles du secondaire d'un transformateur d'intensité 47 dont le primaire est monté en série avec l'un des enroulements primaires 1, lesquels enroulements sont parcourus par un courant d'intensité proportionnelle à celle, à régler, du courant circulant entre les électrodes 41 et 42.

En suite de quoi, et quel que soit le mode de réalisation adopté, on dispose finalement d'un transformateur électrique dont la constitution et le réglage résultent suffisamment de ce qui précède pour qu'il soit inutile d'insister à leur sujet.

Ce transformateur présente de nombreux avantages sur ceux existant jusqu'à ce jour, notamment en ce qui concerne son faible encombrement, sa légèreté, et surtout la souplesse de son réglage, lequel peut être très facilement asservi à un programme bien déterminé par des minuteries mécaniques ou électroniques, ou à un paramètre électrique (tension, intensité...) ou à tout autre paramètre, tel qu'une température, pouvant être traduit par un paramètre électrique.

Comme il va de soi et comme il résulte d'ailleurs déjà de ce qui précède, l'invention ne se limite nullement à celui de ses modes d'application, non plus qu'à ceux des modes de réalisation de ses

diverses parties, ayant été plus particulièrement envisagés; elle en embrasse, au contraire, toutes les variantes, notamment celles où le transformateur ne serait pas triphasé, mais, par exemple, monophasé, biphasé ou hexaphasé, etc.

#### RÉSUMÉ

L'invention a pour objet des perfectionnements apportés aux transformateurs électriques, lesquels perfectionnements consistent, principalement — et en même temps qu'à faire comporter aux transformateurs du genre en question au moins un enroulement primaire et un enroulement secondaire bobinés autour d'une même portion de noyau magnétique — à leur faire comporter, en outre, au moins une masse en matière magnétique ou magnétisable agencée de façon à pouvoir être logée entre les deux dits enroulements, et des moyens pour régler la position de ladite masse entre ces enroulements, notamment la position d'enfoncement de cette masse parallèlement à l'axe du noyau, l'ensemble étant de préférence agencé de façon telle que, d'une part, ladite masse soit en permanence substantiellement reliée au point de vue magnétique audit noyau et que, d'autre part, au cours de la phase de son déplacement relatif correspondant à la fin de son enfoncement entre les deux enroulements, l'extrémité la plus enfoncée de ladite masse commence par entrer en contact latéral avec une pièce magnétique ou magnétisable reliée magnétiquement au noyau, puis coulisse jointivement le long de cette pièce.

Elle vise plus particulièrement un certain mode d'application (celui pour lequel on l'applique aux transformateurs d'alimentation des électrodes utilisées en électrolyse), ainsi que certains modes de réalisation, desdits perfectionnements; et elle vise plus particulièrement encore, et ce à titre de produits industriels nouveaux, les transformateurs du genre en question comportant application de ces mêmes perfectionnements, ainsi que les éléments spéciaux (notamment les masses magnétiques), propres à leur établissement et que les ensembles, notamment les installations d'électrolyse, équipés de semblables transformateurs.

Société dite :  
SOCIÉTÉ INDUSTRIELLE DE FOURNITURES  
POUR L'ÉLECTROLYSE (SIFE)  
et M. YVES SECARDIN

Par procuration :  
PLASSERAUD, DEVANT, GUTMANN, JACQUELIN

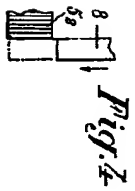


Fig. 4

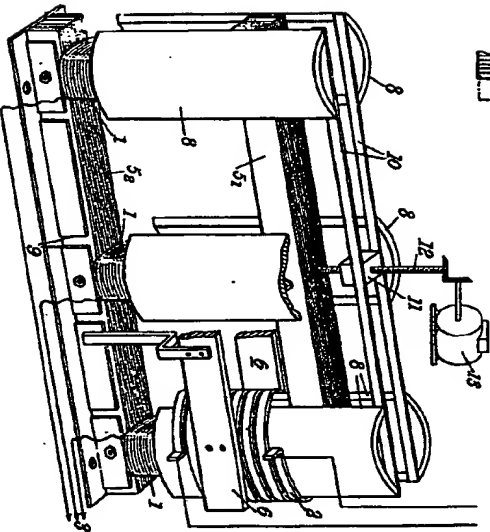


Fig. 1

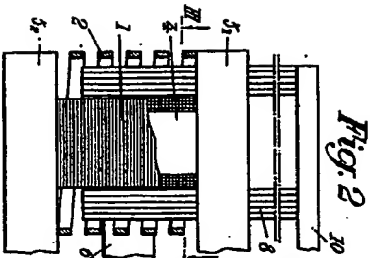


Fig. 2

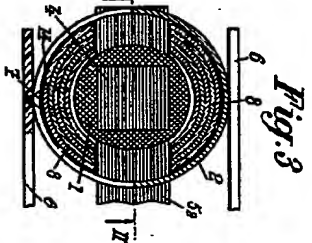


Fig. 3

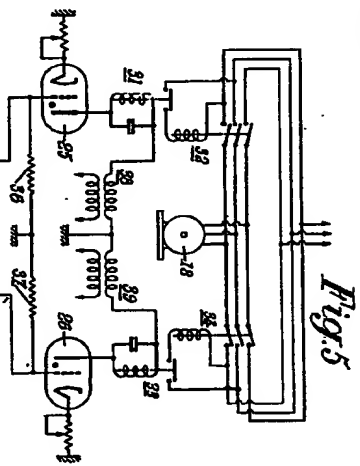


Fig. 5

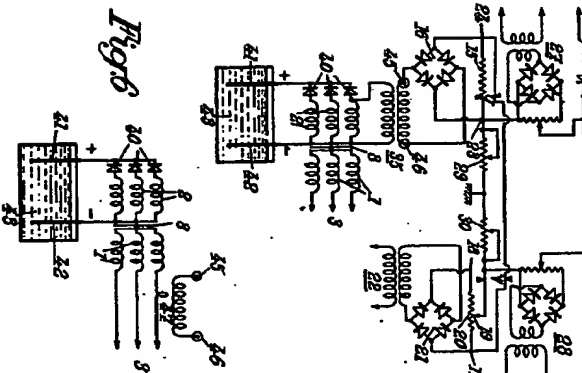
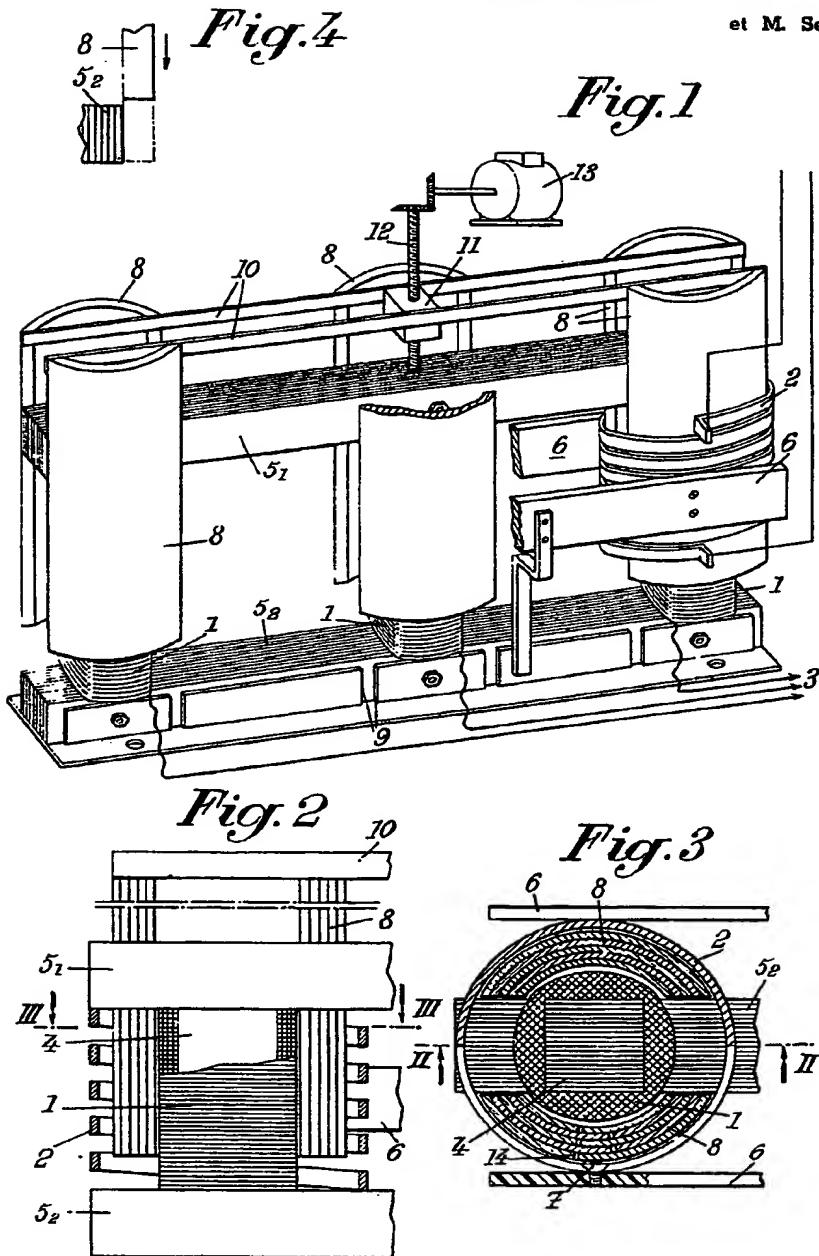


Fig. 6

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

---

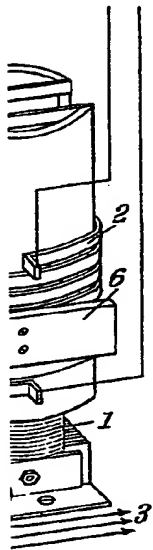


**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

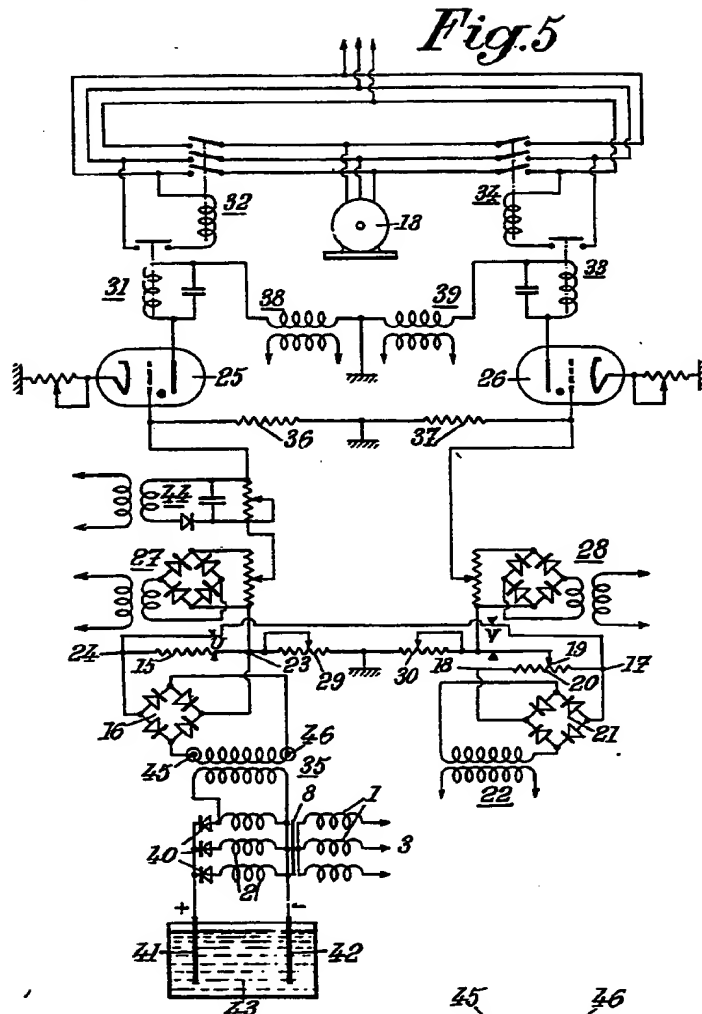
---



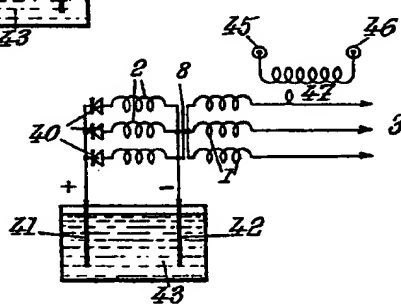
1



3



*Fig.6*



**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

---